Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 95 (1977)
Heft: 47

Artikel: Zur Verantwortung des entwerfenden Ingenieurs in der Gesellschaft
Autor: Rüsch, Hubert
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-73492

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 17.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

HERAUSGEGEBEN VON DER VERLAGS-AKTIENGESELLSCHAFT DER AKADEMISCHEN TECHNISCHEN VEREINE, 8021 ZÜRICH, POSTFACH 630

Zur Verantwortung des entwerfenden Ingenieurs in der Gesellschaft

Von **H. Rüsch**, München[1])

Einführung

Die Ereignisse der bisherigen siebziger Jahre sollten eigentlich uns allen in einer nicht mehr übersehbaren Weise klargemacht haben, dass es gefährlich ist, so sorglos in den Tag hineinzuleben, wie wir es uns angewöhnt haben. Wir waren stolz auf die erzielten Fortschritte und haben uns kaum je gefragt, wohin eigentlich die Strasse führt, der wir schon so lange gefolgt sind. Sicher, es gab auch manche Pannen. Wir haben aber solche Warnungen nicht ernst genommen; schliesslich haben uns ja Wissenschaft und Technik immer wieder aus den Sackgassen herausgeführt, in die wir blind gestolpert sind.

Das Näherrücken der Kriegsherde, die Ölkrise, der Währungszerfall, Arbeitslosigkeit und die immer spürbarer werdenden Umweltprobleme haben aber in letzter Zeit allen Einsichtigen deutlich gemacht, dass wir einem Chaos zusteuern, wenn wir weiter fortfahren, fortschrittsgläubig die uns zur Verfügung stehenden Mittel und Möglichkeiten kritiklos auszunützen.

Dies sollte auch uns Ingenieure zum Nachdenken darüber bringen, wieviel wir selbst zu dem jetzigen Zustand beigetragen haben und wohl immer noch beitragen. Wir sollten uns fragen, ob wir die uns innerhalb der Gesellschaft zukommenden Aufgaben wirklich so erfüllen, wie es in einer immer enger werdenden Welt notwendig ist. Es handelt sich dabei oft um bedeutende und auch in starkem Masse in die Zukunft weisende Aufgaben, die zudem die Entwicklung auf anderen Gebieten stark beeinflussen können. Da ein erheblicher Teil des Volkseinkommens von uns mitverwaltet wird, tragen wir eine grosse Verantwortung. Die Folgen von Fehlentscheidungen können sich verheerend auf den biologischen Haushalt der Natur, die soziale Struktur und Gesundheit der Bevölkerung sowie des Funktionieren der Wirtschaft auswirken. Nicht zuletzt müssen wir uns auch selbstkritisch fragen, ob unser Stolz auf Spitzenleistungen der Technik immer berechtigt ist. Wir brauchen nur an die Riesen-Tankschiffe zu denken, welche die Meere verseuchen, oder an das Überschall-Passagierflugzeug Concorde. Woher bezogen wohl vor Jahren die Amerikaner so viel Klugheit, den Bau von solchen Flugzeugen schon in der Planung zu stoppen? Auch wir Bauingenieure erliegen oft dem falschen Stolz, mit Rekord-Spannweiten aufzuwarten oder gar die Lasten dem Rezept des Freiherrn von Münchhausen folgend zuerst einmal aufzuhängen, bevor wir sie auf naturgegebene Weise zur Erde herunterführen. Spitzenleistungen sind nicht immer Bestleistungen, wenn man sie am Massstab des Gemeinwohles misst, dem wir alle verpflichtet sind.

So gesehen müsste der Titel eigentlich lauten: «Können Ingenieure und Architekten auch das verantworten, was sie planen?» Die Antwort auf diese Fragestellung könnte in vielen Fällen nur ein klares Nein sein. Ich will einige konkrete Beispiele anführen.

[1]) Vortrag, gehalten an der Studientagung der SIA-Fachgruppe für Brückenbau und Hochbau am 23./24. September in Lausanne, leicht gekürzt.

Beispiele

In der Nähe einer Stadt wurde vor einiger Zeit eine Fabrik gebaut, die grosse Mengen industrieller Abwässer erzeugt. Die Stadt gestattete dem willkommenen neuen Steuerzahler, die Abwässer ungereinigt in den Untergrund zu leiten. Nach rund 10 Jahren war die Verseuchung des Grundwassers bis zu der weit entfernten stadteigenen Wasserversorgung vorgedrungen. War dies nicht voraussehbar? Und welche Stelle hätte diese teure Fehlleistung verhindern können? Leider werden solche Fragen meist erst im nachhinein gestellt. Sicher hätte aber jeder am Bau beteiligte Ingenieur die Gefahren eher erkennen können als ein Stadtverordneter. Dies ist kein Einzelfall. Er zeichnet sich höchstens dadurch aus, dass sich die Stadt kurzsichtig selbst verstümmelt hat. Die Ursache solcher Blindheit ist aber viel häufiger Eigennutz, der die Gefahren für andere übersehen lässt.

Auch Modeerscheinungen können blind machen. Derzeit ist es üblich, möglichst überall mit Beton zu bauen; dies auch dort, wo es sich nicht darum handelt, seine unleugbaren Vorteile, nämlich Dauerhaftigkeit und Festigkeit, auszunützen, wie es z.B. bei Tiefbauten und Bauteilen, die schwere Lasten zu tragen haben, der Fall ist. So wird denn neben der Fabrikhalle auch noch das kleinste Pförtnerhäuschen als armierte Betonschachtel gebaut und zweigeschossige Wohnbauten sind aus einem Guss, vom Dach bis zum Fundament massiv und möglichst auch bewehrt.

Wenn man nur an die Gegenwart denkt, ist nichts Grundsätzliches gegen diese Modeerscheinung einzuwenden. Es ist zwar nicht gerade schön, wenn die Balkone wie massige Zyklopenburgen gebaut werden oder schon das Aufhängen von Bildern für die Mitbewohner zur Nervenprobe wird. Betonwände sind auch gegenüber Änderungswünschen sehr störrisch. So weit etwa reicht die Kritik der Benutzer. Was aber, wenn wir weiter vorausschauen? Ein erheblicher Teil unserer heutigen Bauwerke wird nicht lange leben. Ein bekannter Architekt klagte mir vor kurzem, dass kaum eines der Bauwerke, auf deren Planung er viel Liebe und Mühe verwendet hatte, nach 20 Jahren noch besteht. Damals wurde aber noch anders gebaut. Niemand dachte daran, Wohn- und Geschäftshäuser nach Art von Bunkern zu bauen. Was auf uns zukommt, wenn wir auch die neuen Betonbauten abbrechen sollen, ist kaum auszudenken.

Eine Vorahnung kann uns das Beispiel des Pariser Bunkers geben, der im letzten Krieg in der Nähe des Etoile, also mitten in einem Geschäftsviertel, gebaut wurde. Da man wusste, dass sich schon die Spezialisten mehrerer Heere vergeblich um den Abbruch solcher Bunker bemüht hatten, wurde versucht, mit einer internationalen Ausschreibung ein Abbruchverfahren zu finden, das wenig Lärm macht und schnell und wirtschaftlich sein sollte. Vergeblich! So ging man denn nach alter Weise an die Arbeit. Der Lärm der Abbruchhämmer zwang zum Übergang zu Sprengungen. Am Tag wurde gebohrt, am Abend gesprengt. Dies war immer noch zu laut. Daher ummantelte man den Bunker innen und aussen mit meterdicken Strohballen. Noch wirksamer schien es, das Stroh

anzufeuchten. Das ging aber nicht lange gut. Eines Abends entstand durch Selbstentzündung ein Grossbrand, der brennende Strohwische vom Etoile bis zur Place de l'Opéra fliegen liess. Und das Ende? Die Umgebung des Bunkers war verwüstet, die Stahlrohrgerüste teilweise zu Eisenklumpen geschmolzen, und der Bunker trotzte standhaft und unversehrt den Abbruchversuchen wie zuvor.

Man fragt sich angesichts solcher Erfahrungen, ob wir nicht beim Entwurf eines neuen Bauwerkes schon die Möglichkeiten eines zukünftigen Abbruches mit bedenken und die dabei entstehenden Kosten kapitalisiert bei Preisvergleichen einschliessen müssten. Muss es so sein, dass erst dann, wenn die ersten schmerzlichen Erfahrungen mit dem Abbruch neuer Hochbauten vorliegen, fähige Ingenieure daran gehen werden, die schon vorliegenden Methoden des Bauens mit vorgefertigten Elementen zu demontierbaren Konstruktionen zu entwickeln?

Diese beiden Beispiele betreffen nur zwei Arbeitsgebiete des Bauingenieurs. Das erste, die Umweltverschmutzung durch Abwässer, ein Gebiet, auf dem jahrzehntelang gedankenlos gesündigt wurde und wir erst kurz vor der nahenden Katastrophe erschreckt erwachten.

Das im zweiten Beispiel gestreifte Problem ist erst in der letzten Zeit entstanden und bisher von den meisten Ingenieuren gar nicht als solches erkannt worden.

Man braucht nun kaum lange zu suchen, um auch auf anderen Gebieten Fehlleistungen zu finden, die dadurch entstanden sind, dass die Ingenieure nur die Erfüllung der augenblicklichen Bedürfnisse im Auge hatten. Wir müssen uns aber allmählich daran gewöhnen, auch die zukünftigen Folgen mit zu bedenken. Diese sind bei unseren Aufgaben oft wirklich voraussehbar. Dass es andere Gebiete gibt – z.B. Soziologie oder Politik – wo dies nicht so ist, kann unsere Versäumnisse nicht entschuldigen.

Auf dem Gebiet des Bauwesens haben wir in neuerer Zeit mit neu entwickelten Baustoffen und Bauverfahren zum Teil unangenehme Erfahrungen gemacht. Ich darf an die grossen Schäden erinnern, die durch die Verwendung von Tonerdeschmelzzement bei der Herstellung von vorgespannten Fertigteilen entstanden sind. Es war schon lange bekannt, dass mit diesem Zement hergestellter Beton sehr empfindlich gegen hohe Feuchtigkeit und Temperatur ist. Man hatte auch schon vermutet, dass mit der Verwendung dieses Zements eine höhere Anfälligkeit gegen Spannungskorrosion entsteht. Alle Warnungen, solche Gefahren zu meiden, haben nichts gefruchtet als bei nochwertigem Portlandzement. Der Zement wurde für die Herstellung von vorgespannten Fertigteilen nahezu allgemein verwendet, weil er erlaubte, das gleiche Produkt mit weniger Schalungskosten herzustellen. Selbst als in Deutschland grosse Schäden auftraten, war die englische Industrie nicht von seiner Verwendung abzubringen. Dies änderte sich erst, als Jahre später auch dort Schäden auftraten.

Ähnliches gilt für die Weiterentwicklung der Spannstähle zu immer höherer Festigkeit. Es war schon lange bekannt, dass mit steigender Festigkeit die Tendenz zur Korrosion anwächst. Vereinfacht dargestellt kann man die Festigkeitssteigerung als die Folge der zusätzlichen Energie auffassen, die bei der Herstellung in den Stahl hineingetragen wird. Damit wächst das Potential, das nach Entladung durch Korrosion drängt. Man ging aber noch weiter und entwickelte Spannglieder für sehr hohe Kräfte, die es manchmal selbst im Brückenbau erlaubten, den Steg eines Balkens nur mit einem einzigen Spannglied zu bewehren. Damit wächst aber die Wahrscheinlichkeit, dass schon ein zufälliger Mangel zum Einsturz führen kann. Dies war voraussehbar. Wegen der möglichen Ersparnis schlug man aber die Warnungen in den Wind bis ernste Schäden auftraten. Es musste ein einschränkendes Verbot erlassen werden, um der Vernunft zum Durchbruch zu verhelfen.

Auch aus dem Stahlbau liegen ähnliche Erfahrungen vor. Man weiss schon lange, dass Schäden am häufigsten im Bauzustand auftreten. Dieser Zustand ist sehr oft für die Wahl der Abmessungen massgebend. Um wirtschaftlich zu bleiben, wählt man die Berechnungsgrundlagen so günstig wie möglich. Man hat in Deutschland mit der gleichen Absicht sogar den Sicherheitsbeiwert herabgesetzt. Viele unglückliche Erfahrungen zeigen, wie gefährlich dies ist.

Als letztes Beispiel sei ein neuer Typ von Autobahnbrücken erwähnt, bei dem die gesamte Last beider Fahrtrichtungen nur zwei Hauptträgern zugewiesen wird. Massgebend war wohl in erster Linie der Wunsch, Rekorde vorzuweisen. Wirtschaftlicher als getrennte Brücken für jede Fahrtrichtung werden solche Entwürfe kaum. Warum nimmt man dann aber die Gefahr in Kauf, dass ein Schaden an einem einzigen Hauptträger den Verkehr in beiden Richtungen blockiert?

Dürfen wir überhaupt die Unempfindlichkeit und Narrensicherheit einer Konstruktion, die eine wesentliche Grundlage ihrer Zuverlässigkeit bilden, so leichtsinnig opfern? Natürlich kann man nicht jedes Wohnhaus so konstruieren, dass es bei einer Gasexplosion nicht grosse Schäden erleidet. Wir sollten aber, wie es bei den Bestimmungen für Erdbebengebiete gefordert wird, vermeiden, dass es zu einem viele Menschenleben gefährdenden Einsturz kommen kann.

Es wird sich hier immer wieder darum handeln, die Verhältnismässigkeit der aufzuwendenden Mittel zu beachten. Es ist oft möglich, mit geringen Aufwendungen die Unempfindlichkeit der Konstruktion gegen unvorhersehbare Einwirkungen auf ein Vielfaches zu erhöhen. Zwischen dem, was bei den bekannten Einstürzen von Grosstafelbauten in England für Verbindungsmittel aufgewendet wurde und dem, was heute in England mit einer Berechnung auf Gasdruck gefordert wird, gibt es aber sinnvollere Lösungen. Im Stahlbetonbau kann man meist mit einem viel geringeren zusätzlichen Aufwand schon genügend erreichen. Ich selbst wurde einmal im Jahre 1937 gefragt, ob ich eine 48 m weit gespannte Halle so bauen könne, dass sie durch Bombenangriffe nicht zum Einsturz gebracht werden kann. Ich habe das bejaht und mit einem Mehraufwand von nur 3,5 % Bewehrungsstahl auch erreicht. Die Halle, in der später die ersten Raketen hergestellt wurden, war den schwersten Angriffen ausgesetzt und erlitt nur örtliche Beschädigungen. Die Lösung des Problems war einfach. Es wurden nur die Bewehrungsstäbe für positive Momente über die Stützen durchgeführt und mit der Bewehrung für negative Momente in Feldmitte gleich verfahren.

Rationalisierung und Arbeitslosigkeit

Wir wollen uns im folgenden noch mit einem Problem von übergeordneter Bedeutung beschäftigen, das nicht nur uns Bauingenieure, sondern die Verantwortung der Technik ganz allgemein betrifft. Es handelt sich um das Problem der Arbeitslosigkeit.

Es ist kaum vorstellbar, aber doch wahr, dass wir Ingenieure uns nicht bewusst geworden sind, wie sehr gerade unsere Bestrebungen dazu beigetragen haben, in vielen Ländern die Zahl der Arbeitslosen in gefährlichem Masse zu steigern. Wir glauben den Beteuerungen der Politiker, die je nach Couleur den einen oder anderen der nachstehenden Erklärungsversuche besonders hervorheben: Unfähigkeit der gerade amtierenden Regierung, die Weltwirtschaftskrise, Einengung der freien Marktwirtschaft durch dirigistische Massnahmen, zu hohe Sozialleistungen, ein grössere Investitionen verhin-

dernder Vertrauensschwund der Industrie und ähnliches mehr. All dies hat es aber schon früher gegeben, ohne dass deswegen automatisch die gleichen Folgen eintraten. Man kann sich bei objektiver Betrachtung nicht ganz des Eindruckes erwehren, dass man zwar viele Mütter verdächtigt, die Arbeitslosigkeit geboren zu haben, sich aber um die Vaterschaft nie gekümmert hat.

Ist es aber nicht so, dass die Technik, und damit unser Tätigwerden als Ingenieure, fast immer darauf ausgerichtet ist, mit einem Minimum an Aufwand ein Maximum an Erfolg zu erzielen? Dieser Trieb zur Wirtschaftlichkeit endet meist mit einer Einsparung an menschlicher Arbeitskraft und kann zweierlei Folgen haben:

- Wo es sich um Produkte handelt, deren Absatzmöglichkeit ziemlich konstant ist, weil sie auf natürliche Grenzen stösst (z. B. Nahrungsmittel und Baustoffe) werden im Produktionsprozess immer weniger Arbeitskräfte benötigt. In der Landwirtschaft ist auf diese Weise die Zahl der Beschäftigten in zwei Jahrzehnten auf ⅓ abgesunken.
- Wo es durch Weiterentwicklung der Technik gelang, ein Produkt für alle erschwinglich zu machen, das vorher nur wenigen vorbehalten blieb (z. B. Autos, Haushaltsgeräte), wird es möglich, den Umsatz bei gleichbleibender Belegschaft stark zu steigern oder sogar die Belegschaft zu verstärken.

Diese beiden Folgen sind in unserer derzeitigen Krisensituation so wichtig, dass wir versuchen sollten, ihre Auswirkungen auf die Arbeitslosigkeit klar zu formulieren. Dies soll – allerdings unter Vernachlässigung der Nebeneinflüsse – nachstehend geschehen.

Wenn wir die Wohnbevölkerung W eines Landes in Erwerbspersonen E und Nichterwerbspersonen N unterteilen, gilt:

(1) $W = E + N$

Die Anzahl A der Arbeitslosen ergänzt die Zahl T der Erwerbstätigen zur Gesamtzahl E der Erwerbspersonen:

(2) $E = T + A$

Die Gruppe der Erwerbstätigen T wird in statistischen Handbüchern wie folgt aufgegliedert:

Land- und Forstwirtschaft	L
Produktion	P
Handel und Verkehr	V
Dienstleistungen	D

Der in diesen 4 Gruppen entstehende Bedarf an Arbeitskräften hängt im wesentlichen von folgenden Einflüssen ab:

- von der Zahl h der Arbeitsstunden, die in jeder Gruppe in einem zu wählenden Bezugszeitraum geleistet werden müssen, sowie
- von der Zahl t der im Durchschnitt im Bezugszeitraum von einer Arbeitskraft tatsächlich – also nach Abzug der auf Urlaub, Krankheit usw. entfallenden Zeit – geleisteten Arbeitsstunden.

Wählt man als Bezugszeitraum eine Kalenderwoche und bezieht die Anzahl h_l, h_p, h_v und h_d der in den Gruppen L, P, V und D anfallenden Arbeitsstunden auf ein Mitglied der Wohnbevölkerung, kann man den Bedarf B an Arbeitskräften auf nachstehende Weise definieren:

(3) $$B = L + P + V + D = (h_l + h_p + h_v + h_d) \cdot W/t$$

Wenn wir nach Gleichung (2) die Arbeitslosen einschliessen, erhalten wir 5 Gruppen von Erwerbspersonen

(4) $$E = L + P + V + D + A = (h_l + h_p + h_v + h_d) \cdot W/t + A$$

Diese Formulierung erlaubt es, die in den vergangenen 25 Jahren zwischen diesen fünf Gruppen entstandenen Verschiebungen anhand von statistischen Daten zu analysieren. Zweckmässigerweise schaltet man aber vorher die bei der Bevölkerungszahl und der Zahl der Erwerbstätigen beobachteten Veränderungen dadurch aus, dass man alle Angaben auf 1000 Erwerbstätige bezieht. Es gilt dann:

Summe von Land- und Forstwirtschaft L + Produktion P + Handel und Verkehr V + Dienstleistungen D + Arbeitslose A = 1000.

(5) $$1000 = (L + P + V + D + A) \cdot 1000/E =$$

(6) $$= (h_l + h_p + h_v + h_d) \cdot \frac{1000W}{t \cdot E} + \frac{1000\,A}{E}$$

Die einfache erste Schreibweise dieser Formel wird zur Auswertung der statistischen Daten benutzt, während sich die zweite Schreibweise besser für eine Analyse der beobachteten Verschiebungen eignet. Bei ihr bestimmt W/E die Zahl der Personen, die im Durchschnitt von einem Erwerbstätigen zu unterhalten sind. Es kann gleich festgestellt werden, dass sie in Deutschland in den untersuchten 25 Jahren wenig schwankte. Sie stieg annähernd gleichmässig von 2,14 auf 2,34. Zum Vergleich seien folgende Zahlen genannt: DDR 2,02; Schweiz 2,04; UdSSR 2,06; Japan 2,08; Frankreich 2,35; Italien 2,82; Ägypten 3,89.

Die statistischen Daten wurden für folgende charakteristischen Zeitpunkte ausgewertet:

1950 Beginn des Wiederaufbaues der kriegsgeschädigten Wirtschaft; hohe Arbeitslosenzahl

1962 Wirtschaft läuft auf vollen Touren; besonders wenig Arbeitslose

1968 Auswirkungen der Konjunkturkrise

1970 Beginn der Auswirkungen der Rationalisierung

1973 Beginn der Strukturkrise

1975 Arbeitslosigkeit auf dem bisherigen Höhepunkt

Von je 1000 Erwerbspersonen fielen in die verschiedenen Gruppen:

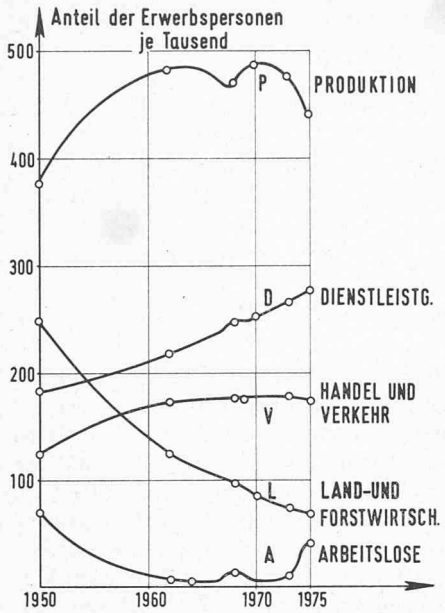
	1950	1962	1968	1970	1973	1975
Land- und Forstwirtschaft	249	123	96	84	72	69
Produktion	375	481	470	486	475	440
Handel und Verkehr	123	172	176	174	179	173
Dienstleistungen	183	218	246	251	264	277
Arbeitslose	70	6	12	5	10	41
Summe	1000	1000	1000	1000	1000	1000

Diese Zahlen lassen folgende Schlussfolgerungen zu:

1. Die Land- und Forstwirtschaft war 1950 noch durch einen geringen Einsatz von Maschinen gekennzeichnet und daher für die Entwicklungsarbeit der Maschineningenieure ein besonders geeignetes Objekt. Das bis 1975 erreichte Ergebnis: von 249 Personen wurden 180 entbehrlich. Das sind 72%!

2. Auf dem Gebiet der Produktion wurden ebenfalls in starkem Masse Arbeitskräfte durch Maschinen und neu entwickelte Verfahren frei. Diese Erscheinung konnte aber durch den rasch ansteigenden Bedarf der Bevölkerung – die natürliche Folge des wachsenden Wohlstandes – und den grösser werdenden Export über lange Zeit noch mehr als kompensiert werden. Erst in den letzten 10 Jahren setzte zuerst Stagnation und dann ein Abfall ein. Die Weltwirtschaftskrise hatte vermutlich auf diesen Abfall weniger Einfluss als die Angst vor Arbeitslosigkeit, welche die Arbeitsleistung der noch Erwerbstätigen spürbar steigerte.

Wie sehr sich auf diesem Gebiet die Mechanisierung auswirkt, zeigen folgende, für die deutsche Bauwirtschaft geltende



rohgerundeten Zahlen[2]). Sie erfassen aber nur das Bauhauptgewerbe, schliessen also keine Ausbauarbeiten ein.

Wie die in einer Tabelle zusammengefassten Zahlen in Zeile 5 zeigen, ist der vom Einfluss der Preissteigerung bereinigte Umsatz des Bauhauptgewerbes von 1950 bis 1975 um 210% angewachsen. Die Zahl der beschäftigten Arbeiter stieg aber nach Zeile 1 nur um 30%. Dies wurde dadurch ermöglicht, dass der Mechanisierungsgrad gleichzeitig (siehe Zeile 3) um 600% vergrössert wurde. Dadurch stieg die Produktivität je Arbeitsstunde auf mehr als das Dreifache (Zeile 6). Auf diesem Gebiet wurden also trotz des grossen Einflusses der Mechanisierung nur deshalb wenig Arbeitskräfte frei, weil es gelang, den Umsatz stark zu steigern. Ein Vergleich der für 1970 und 1975 angegebenen Zahlen zeigt die Auswirkungen der Strukturkrise.

Zeile		1950	1960	1970	1975
1	Zahl der beschäftigten Arbeitskräfte in Millionen	0,9	1,4	1,5	1,2
2	Je Arbeiter und Jahr geleistete Arbeitsstunden	2280	2075	1915	1820
3	Auf einen Arbeiter entfallendes Gewicht der Baumaschinen in t	0,5	1,0	2,7	3,5
4	Der die Preissteigerung wiedergebende Preisindex für Bauleistungen	100	156	270	377
5	Von Preissteigerungen bereinigter Umsatz in Milliarden DM	6,1	16,0	20,4	19,0
6	Bereinigter Umsatz je Arbeitsstunde	3,4	6,2	7,8	10,5

3. Die Gruppe Handel und Verkehr zeigt ein ganz ähnliches Verhalten. Beim Verkehr werden die Rationalisierungsbestrebungen von Bahn und Post nach 1975 zu einem weiteren Absinken der Kurve führen.

4. Die Gruppe der Dienstleistungen zeigt deutlich den derzeit vorherrschenden Trend, bei dem der überwiegende Teil der aus der Produktion ausscheidenden Erwerbstätigen in der Gruppe der Dienstleistungen landet.

5. Die Zahl der Arbeitslosen war durch viele Jahre sehr nieder. 5‰ scheint ein Wert zu sein, der kaum unterschritten werden kann. Man kann nicht erwarten, dass die freigewordenen Stellen immer eine Entsprechung in den Berufen der Arbeitslosen finden werden. Der Anstieg bis auf über 40 – das sind 4% der Erwerbspersonen! – ist aber so beunruhigend, dass man den Ursachen nachgehen muss.

Folgerungen

Erstaunlicherweise hat sich durch lange Jahre und ohne vorausschauende Planung von selbst ein befriedigendes Gleichgewicht zwischen den 5 Komponenten L, P, V, D und A eingestellt. Wir haben deshalb den Gedanken, dass sich alles von selbst regeln wird, unter dem Namen freie Marktwirtschaft zum Dogma erhoben. Es muss aber davor gewarnt werden, die Stärke dieser Regelungskraft zu überschätzen. Dies tun wir aber, wenn wir nicht versuchen, die Folgen unseres Handelns rechtzeitig zu überdenken. Sie lassen sich mit folgenden Sätzen umreissen:

1. Das Bestreben der Ingenieure, durch Entwicklung neuer Herstellungsverfahren sowie durch den Einsatz von Maschinen, elektronischen Geräten und Datenverarbeitung so viele Arbeitsstunden wie möglich einzusparen, hat weitreichende Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt.

2. Die durch die Technik von ihrem Arbeitsplatz verdrängten Personen würden arbeitslos, wenn nicht durch eine oder mehrere der nachstehend aufgezählten Möglichkeiten Abhilfe geschaffen werden kann. Diese lassen sich aus der zweiten Schreibweise der Gleichung (5) ablesen.

a) Steigerung des Produktionsvolumens P
b) Aufblähung der Dienstleistungen D
c) Erhöhung des Verhältnisses W/E durch Verkleinerung der Zahl der Erwerbstätigen
d) Reduktion der Stundenzahl t je Arbeitswoche.

Zu a): Die Möglichkeiten einer Erhöhung des Produktionsvolumens auf dem bisher beschrittenen Wege sind begrenzt. Im eigenen Land müssen wir in Zukunft die Mahnungen des «Club of Rome» hinsichtlich der schon bestehenden Verknappung der Rohstoffe und zur Sparsamkeit bei der Ausbeutung der Energiequellen ernster nehmen als bisher. Auch die Exportmöglichkeiten werden kaum mehr wachsen. Sie werden eher abnehmen, weil die Dritte Welt auf die Dauer darauf bedacht sein wird, mit den von den industrialisierten Ländern gelieferten Einrichtungen selbst nationale Industrien aufzubauen. Auch von der immer wieder erhobenen Forderung, der Industrie einen grösseren Anreiz zu neuen Investitionen zu bieten, kann sich nur der Erfolg versprechen, der nicht die Folgen bedacht hat. Der Wettbewerb zwingt die Unternehmer dazu, solche Mittel mit dem Ziel einzusetzen, die Wirtschaftlichkeit zu erhöhen, also Arbeitsstunden sparende Maschinen und Geräte zu kaufen. Auch der schon bisher begangene Weg, durch intensive Werbung das Bedürfnis zum Kauf von Dingen anzuregen, die eigentlich nur dem Verkäufer Gewinn bringen, kann kaum noch weitere Erfolge haben, wenn auch Ortega y Gasset meinte, der Mensch sei ein Lebewesen, dem nur das Überflüssige notwendig erscheint. Eine grössere Chance kann in Zukunft der Vorschlag bieten, die frei werdenden Arbeitskräfte dort einzusetzen, wo derzeit aus Geldmangel dringende Bedürfnisse der Allgemeinheit nicht in wünschenswertem Masse erfüllt werden können. Dazu gehören z.B. die staatlichen Massnahmen, wie Modernisierung von Altbauwohnungen, die Verbesserung der Massenverkehrsmittel und der Umweltschutz.

[2]) Nach einer Mitteilung aus dem Institut für Baubetrieb der Technischen Universität München (Leitung Prof. Burkhardt).

Zu b): Bei den Dienstleistungen sind bislang die meisten der durch Rationalisierung freigesetzten Arbeitskräfte untergekommen. Diese Möglichkeit wird aber bald erschöpft sein. Rationalisierung und steigende Verwendung von Anlagen zur Datenverarbeitung werden in Zukunft sogar dazu führen, dass die Technik auch in diesem Bereich zu einer Einsparung von Arbeitskräften führen wird. Oder sollen wir dem Beispiel Napoleons folgen, der sich für die raren Friedensjahre seiner Herrschaft etwas einfaches Einfallen liess, um dem demoralisierenden Einfluss der Arbeitslosigkeit auf seine Soldaten zu begegnen. Er liess die eine Kompanie Befestigungen ausheben und die andere sie wieder zuschütten. Auf ähnliche Weise kann man auch einen aufgeblähten Behördenapparat zur Vollbeschäftigung führen und gelegentlich geschieht es auch.

Zu c): Der Versuch, die Zahl der Werktätigen durch frühere Pensionierung zu verringern, hat schon begonnen. Dies ist eine zwar begrenzte, aber sicher vernünftige Massnahme. Damit wird sich aber die Anzahl der Personen erhöhen, für deren Lebensunterhalt die verbleibenden Werktätigen sorgen müssen. Schon jetzt ist das Verhältnis W/E, wie im vorstehenden gezeigt wurde, um 10% von 2,12 auf 2,34 angestiegen. Sehr wirksam ist dagegen eine Verringerung der Zahl der Gastarbeiter, da sie wesentlich mehr produzieren als sie selbst in dem Gastland verbrauchen. Dies würde zwar nicht zu einer proportionalen, aber immer noch sehr erheblichen Verringerung der Zahl der Arbeitslosen führen.

Zu d): Eine Reduktion der Wochenstunden bei gleichbleibendem Einkommen erscheint auf den ersten Blick eine einfache Massnahme zur Verringerung der Arbeitslosigkeit, sofern man voraussetzt, dass diese Massnahme die Rationalisierungsfolgen immer gerade kompensiert. Sie ist aber nicht ohne eine erhebliche Verschiebung des Preisgefüges denkbar, denn die einzelnen Waren oder Leistungen sind nicht im gleichen Masse zur Rationalisierung geeignet und arbeitsintensiv. Dies ist aber sicher der Weg, der auf lange Sicht den grössten Erfolg verspricht.

Diese Diskussion um die Bekämpfung der in erster Linie von uns Ingenieuren zu verantwortenden Folgen der Technisierung konfrontiert uns mit einer Reihe von ernsthaften Fragen, auf die wir eine Antwort suchen müssen:

Erste Frage

Nach dem letzten Kriege wurde ernsthaft darüber diskutiert, ob die Wissenschaftler, welche die Atombombe entwickelten, nur leichtfertig gehandelt oder schwere Schuld auf sich geladen haben. Müssten sich Ingenieure in verantwortungsvoller Stellung heute nicht oft eine ähnliche Frage stellen, wenn sie die gewählten Lösungen hinsichtlich ihres Wertes nur aus der Sicht beurteilen, ob sie den augenblicklichen Bedürfnissen am besten zu dienen scheinen, ohne auch eine Optimierung im Hinblick auf Langzeitwirkungen in Erwägung zu ziehen. Auch die vorgenannten Wissenschaftler waren damals, wie wir Ingenieure heute, zu stark der Gegenwart verhaftet. Heute wissen wir aber, was sie wohl noch nicht wussten, nämlich wie gefährlich es sein kann, Neues zu schaffen, ohne die Folgen zu bedenken. Es gibt genügend Beispiele für die unbedachten Folgen von Ingenieurleistungen, die viel bewundert wurden.

Die für die Landwirtschaft entwickelten Maschinen und die industriellen Methoden der Tierhaltung haben in Deutschland die bäuerlich tätige Bevölkerung innerhalb von 20 Jahren auf ⅓ dezimiert. Dies hat die städtische Bevölkerung anwachsen lassen und viele, die früher in der freien Natur arbeiteten, stehen heute am Fliessband. Ist das eine begrüssenswerte Entwicklung?

Nehmen wir ein anderes Beispiel aus dem Bauwesen. Schon heute können Statik und Ausführungspläne für den Hochbau automatisch mit elektronischen Datenverarbeitungsgeräten hergestellt werden und es bereitet keine prinzipiellen Schwierigkeiten, für ausgewählte Aufgaben, z. B. eine Brücke oder ein Einfamilienhaus, den Entwurf nicht nur zu programmieren, sondern nach ausgewählten Gesichtspunkten auch zu optimieren. Die Arbeit der Ingenieure könnte sich dann auf die Auswahl des geeigneten Programmes und die Eingabe der Wünsche des Bauherrn beschränken. Das kann zweierlei Folgen haben. Entweder übernimmt ein Architekt die Arbeit für viele, die dann einen neuen Weg suchen müssen, ihren Lebensunterhalt zu verdienen, oder alle bekommen für die Computerarbeit gleiche Summen wie bislang und drehen den ganzen Tag den Daumen. Utopie? Nein, nur extreme Lösungsvorschläge für auf uns zukommende reelle Probleme; Lösungen, die zeigen sollen, dass in dem Wunsch der Technik, alles Machbare machen zu wollen, eine Zeitbombe tickt.

Zweite Frage

Wir haben uns bisher allzu leicht von Schlagworten, wie z. B. «Ingenieure gestalten die Welt» blenden lassen und kaum je die Frage gestellt, ob es sich bei dieser Umgestaltung um das Wachsen zu einer heileren Welt oder um einen Schritt näher zur Apokalypse handeln wird. Es wurde im vorstehenden gezeigt, dass auf die Dauer wohl eine Reduktion der wöchentlichen Arbeitszeit den wichtigsten Beitrag dazu leisten kann, um mit den vermutlich noch weiterhin auf uns zukommenden Rationalisierungserfolgen fertig zu werden. Ob aber eine starke Reduktion der Arbeitszeit die Menschheit glücklicher machen wird, bleibt fraglich. Entfernen wir uns damit nicht allzuweit von dem, was das Bibelwort «im Schweisse des Angesichts sollst du dein Brot essen» ausdrücken will? Dass sich Kriminelle und Terroristen schon heute weitgehend aus der Wohlstandsgesellschaft rekrutieren, ist wohl kein Zufall. Auch die moderne Verhaltensforschung hat bei Versuchen mit Tieren gezeigt, dass sie völlig entarten, wenn man sie vor jeder Gefahr beschützt und der Nahrungssorgen völlig enthebt.

Dritte Frage

Was können wir tun, um die geschilderten Gefahren zu vermeiden?

Bisher haben wir uns von 3 Antrieben leiten lassen:

- dem Erwerbstrieb,
- dem Wunsch nach Höchstleistungen,
- dem Wunsch, Neues zu schaffen.

Offensichtlich ist bei diesen Antrieben der erste vorherrschend, denn nur Anstrengungen, die zu einer Verbesserung der Wirtschaftlichkeit führen, machen sich bezahlt. Dem zweiten und dritten Antrieb kann man auch dann genügen, wenn man nicht die Wirtschaftlichkeit, sondern die Qualität des Geschaffenen in den Vordergrund rückt. Dazu gehört allerdings Mut, weil nur wenige Bauherren bereit sein werden, selbst geringe Mehrausgaben hierfür in Kauf zu nehmen. Die Zeit ist aber günstig, um für mehr Verständnis für solche Leistungen zu werben; denn Qualität macht sich oft im Laufe der Zeit bezahlt. Man muss aber an die Aufwendungen zur Verstärkung der Wärmedämmung denken, bei denen es sich um eine einmalige Investition handelt, die sich aber meist gut verzinst. Ingenieure lassen sich zu oft aus Angst, einen Auftrag zu verlieren, in die Rolle eines braven Erfüllungsgehilfen drängen. Ich sehe eine wichtige Aufgabe der Hochschulen darin, Ingenieure auch zu einem Berufsstolz zu erziehen, der erst die Voraussetzung dafür schaffen kann, sich mutig für das einzusetzen, was man als notwendig erkannt hat.

Dies reicht aber nur aus, um offensichtliche Fehlleistungen zu verhindern, die durch vorausschauendes Denken rechtzeitig erkannt und vermieden werden können. Zur Lösung des grösseren Problems, nämlich die Auswirkungen der Technik auf die Verdrängung der Erwerbstätigen aus der Produktion,

ist aber das Zusammenwirken aller Gesellschaftskreise notwendig. Letztlich kann dies wohl nur dann gelingen, wenn man das fast allein vom Erwerbstrieb gesteuerte freie Walten der Wirtschaft in sinnvoller Weise im Sinne der vorgetragenen Gedankengänge ergänzt.

Die Einsichtigen werden sich einer solchen Massnahme sicher freiwillig fügen, da eine Vermeidung von Krisen für jeden von Vorteil ist. Wegen der anderen wird man aber nicht immer auf eine Steuerung durch übergeordnete Stellen verzichten können. In der Einführung zu dem Buch «Das Regime der Ohnmächtigen» (Societätsverlag Frankfurt, 1976) schreibt Jürgen Eick: «Die Politiker greifen vieles, von dem sie überzeugt sind, dass es dringend angepackt werden müsste, gar nicht erst auf, ‚weil es politisch nicht geht'. Da kann man Recht, Wahrheit, Dringlichkeit noch so sehr auf seiner Seite haben – dieses Verdikt genügt, um politisch unabweisbar notwendige Aktivitäten schon im Keim zu ersticken. Es ist die Vertagung geradezu das Normale... Es ist gewiss nicht zynisch gemeint, wenn man feststellt: wir haben es mit einem Regime der Ohnmächtigen zu tun.» Können wir aber hoffen, dass die Techniker, Arbeitgeber und Arbeitnehmer gemeinsam die Kraft aufbringen werden, sich die notwendigen Beschränkungen selbst aufzuerlegen?

Schlussbemerkung

Zu Beginn dieses Beitrages wurde erwähnt, dass uns Wissenschaft und Technik bisher immer aus jeder Sackgasse geführt haben, in die wir blind geraten sind. Wenn im vorstehenden oft der Eindruck erweckt wurde, dass heute auf uns Katastrophen zukommen, denen wir nicht mehr ausweichen können, so soll dies nicht ein Ausdruck der Ratlosigkeit sein. Es ist als drastische Warnung gedacht. Schliesslich muss es doch nicht immer so sein wie bei den beschriebenen Beispielen, nämlich dass wir erst dann an Umkehr denken, wenn wir schon mit dem Kopf in die Wand gerannt sind.

Adresse des Verfassers: Prof. Dr. *Hubert Rüsch*, Technische Universität München, Arcistrasse 21, D-8 München 2.

Instationäre Strömungsvorgänge im Modell eines Leichtwasserreaktors

Von **Gérard Capitaine**, Genf

Vor einiger Zeit sind *ernsthafte Schäden im Betrieb von Leichtwasserreaktoren* festgestellt worden [1, 2].

Anhand des Schemas eines typischen Leichtwasserreaktors und seines Kühlwasserdurchflusses (Bild 1) sollen die Ereignisse, die zur vorliegenden Untersuchung geführt haben, kurz erläutert werden. Das Kühlwasser strömt durch zwei gegenüberliegende Rohre in den Reaktor hinein und fliesst in zwei Ringspalten beidseits des sogenannten Hitzeschildes nach unten. Das Wasser strömt dann durch den Kern nach oben zu den Austrittsleitungen.

Infolge der *instationären turbulenten Strömung*, die im Reaktor auftritt, erfahren die Einbauten beträchtliche wechselnde Beanspruchungen. Es wurde festgestellt [1], dass hauptsächlich der *Hitzeschild unregelmässige Taumelbewegungen* ausführte, obwohl sein Eigengewicht ihn standfest halten sollte. Die dabei entstandenen Schäden zwangen zu *längeren Betriebsunterbrüchen* von Kernkraftwerken.

Zur Hilfe wurde der Hitzeschild fest montiert; die hydraulisch bedingten Störungen aber bestehen weiter und beanspruchen die Haltelaschen, was zu Ermüdungsbrüchen führen kann.

Der vorliegende Artikel befasst sich mit der Untersuchung der Eigenschaften der strömungsbedingten Wanddruckschwankungen, die am Hitzeschild und in den Einlaufrohren des Modells eines Leichtwasserreaktors auftreten. Die Untersuchung ist beschränkt auf ein *starres Modell*. Kopplungen zwischen Struktur und Strömungsfeld sind im Modell nicht zugelassen.

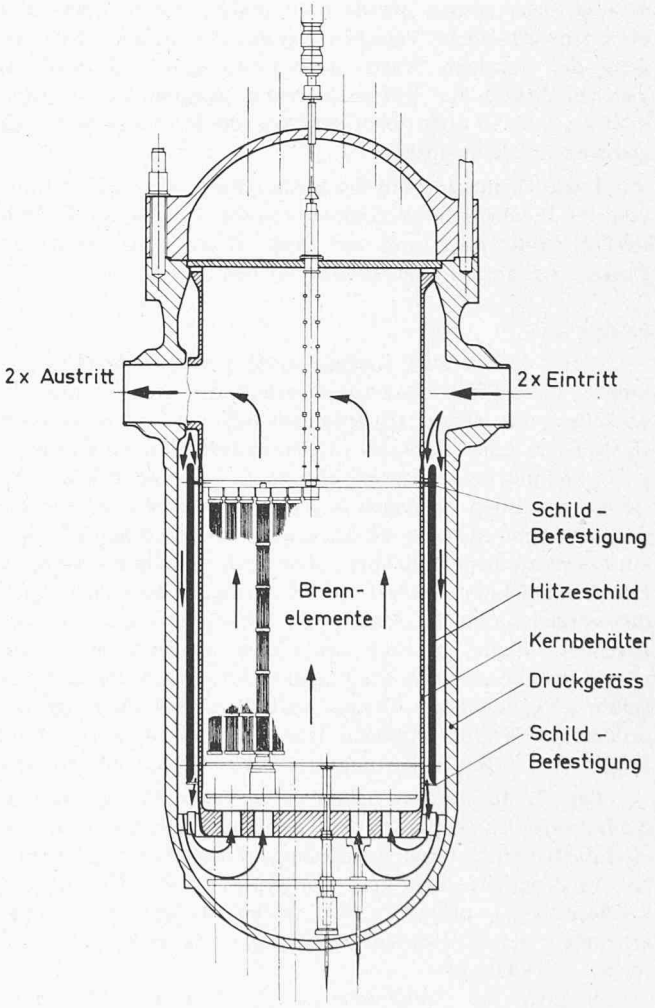


Bild 1. Schema eines Leichtwasserreaktors und seines Kühlwasserdurchflusses

Versuchsanordnung

Die Untersuchung der instationären Strömungsvorgänge im Leichtwasserreaktor (LWR) wurde an einem mit Luft betriebenen Reaktor-Modell durchgeführt (Bild 2), bei dem gewisse geometrische Grössen des Original-Reaktors, wie die Abmessungen der Kühlwasserleitungen, ähnlichkeitstreu nach-